Gavin Dennis
CS3130
Project 1

Integer overflow demonstration and fix:

```
.................................................................
Select an option:
        1: use brute-force to evaluate polynomial and cause integer overflow
        2: generate random numbers for x and n and write them to 'data.txt'
        3: evaluate polynomials using three algorithms to test time efficiency:
                brute-force with BigInteger
                repeated squaring
                horner's method
        4: exit the program

1

Demonstrating integer overflow with brute-force evaluation.

Evaluation for x=181; n=21 (With Integers):
-859008572
Integer overflow has occured!

Evaluation for x=181; n=21 (With BigIntegers):
5442024953488304768322801950133087338121831158212


.................................................................
Select an option:
        1: use brute-force to evaluate polynomial and cause integer overflow
        2: generate random numbers for x and n and write them to 'data.txt'
        3: evaluate polynomials using three algorithms to test time efficiency:
                brute-force with BigInteger
                repeated squaring
                horner's method
        4: exit the program
```

Round one of experiments:
Brute-force and repeated squaring yielded the same answer but Horner's was slightly off. The time it took to evaluate the polynomial was less than a millisecond

```
* * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
Round 1:

Evaluating with brute-force algorithm.

Evaluation for x=12; n=9:
50147947885

Total function time: 0ms

Evaluating with repeated-squaring algorithm.

Evaluation for x=12; n=9:
50147947885

Total function time: 0ms

Evaluating with horner's method algorithm.

Evaluation for x=12; n=9:
50577929580

Total function time: 0ms

* * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
```

Round two of experiments:
Brute-force and repeated-squaring continue to return the same result while Horner's is very close but slightly off. Here are the time results:
Brute-force: 2081ms
Repeated-squaring 15ms
Horner's: 6ms
As expected, Repeated-squaring is much faster than brute force, while Horner's is quite a bit faster than squaring

Due to the huge size of the results, I had to take several screenshots

Brute force

Round 2:

Evaluating with brute-force algorithm.

Evaluation for x=800; n=2587:
5094901291881684314144863313936781529524425226756174183553130850856550492989049876168675120614784685940541796893227439076351210637805034809476483508597827807216
7781286450196883279749329753951989799629749715731465055198432375203630483320548210508777648544206804505794913905217157664767794960114862617938211474221748222404
6006086694738128531437298359087613128810333577499409121854148389830573004128002141369984829933370267554603247781198397796710785009585816215207656125652427888600
896406573006553357305671512405466392384805921205603733211162933276466576302453922118436542799546658347757806698268696074857666034787084232650933214606790010674
8321874463250899412692650038168339272841709679916717523497989330285097285514831287399652576632987658952862197342108679868672217951864961869733792280123803221115
6704633635854367732982223245588687679464156521076431646087766970205260515056130930174608599183313233161976567123509048521757864536591528389016625065502649900055
6055012085709053171838909242608411192707349359704351653748618887061553072045233197039918858276403521792510114601259009555049542525247094229527633072976881420164
0141451315430205094075262878192178857608388127410713135738018851805129234284723815102944741715723601717249246946868376880115824729700590309856750260133169592751
52502379312198580828338771034279908318247558273425372808616863205697601804889414851857211396431975132268424606437594924999913427605293956417376581730949827731...
5260518258746822774174442637317992168394977030206518532162738836350312999507124814927922990984912682946640006785994325394281783544685987160296769530302827268926...
583810792907829566607151978430307654152205012065398054331368585928626017342230941684429336370820622429804948408976482685601898532454997608143223112693759788481...
0333989798444116252734899686383863410790693959612698049015707027953234239838320267730798482321719806695895778161380321113090902539079173325838442771688588844262...
3893116169408593305887775137362509987666637840730622762709776161557463707479910734928340303461177811905209289062153073673770613191841413573512591813495854585...
80148718678746391258207366978938783251471632912448185890106295862456546052400752200673872189716195718930742336483983432710780365027798781997903289816293831029944...
003911652345466585448738646640087547632645132226622837691372051448890536370870041069875342250355271278038375879737030487107632976765387272263044700744516377...
725307447826679469487046542846894036820117762973428926333135443083579129731939642951687105753280461653412197036032211728991652581997835216423533171157313350073...
73193807653810066080689892121096301540881044985831789110606029752459660934115078140541759803007827368691465082291537763881948806471167808321102253912509535547074...
832276265231414111193434847376492204742787057037817923217538819644706070322571549856594836160970925797421996519429010919469111107282100122023618384056415951729...
9892011447350489739207801992791364675180646646856756176760374748786421073901826594883153378591439236467361423306041187278841981763813026608667592939234117741...
363871610476800631577958054576982178912627016561690849481752064924710330967526679939411122476311910538987250959819925094102296205676369554558968422668510857595...
744427092062825716125131382939563064594197064227656284999553572127863208234322941223462995828640619297275536849096414322659269017435749630717996995618741198713...
61162811461761494734500729165524490093217272529335010440146553655147783289813142523272989860604854942269827271573822722708767686767407945789558600315475696309...
95144117882020861496144272956965919539599718672119874498943454035942926154564294228862423461116132336885437209528180563626936674597940792699259556297687503622...
141865379283553753831839235840795988720087831942619137501351031718308711922443730507940933676482336337192454272471377707741685868286547170195535407995914793366...
5174412320782705540874779331486009577052667524017036314166174551731591899135496341641068857974846530628860625500273339170834632151265427215809499045270919061...
357480643044105507353528581565505066564745355975319587531944173333061821645016220212687636767486266468880844484897724165532322161149496946276713225699834430083...
9127758258524031134036444178502226656913131401736526101932797724314341612873413418838629638738034558216544147017313156937097529609132817774408248107380784177969...
46037521871049700736684309705028657536564009141589690492339454355491297789320505450336070434971749730968466528091278052509316244805380943952155463415627481786...
6023612118402070171295845557886030880277443174431117745742879475439418171337450912514234783466817877791544812743087808446415340828100206600952052080118922119482...
8955468428150958410152866301901156169868154968428934165203375307996071434725196232462041882766474363292037449816024724272048446603940156735343496750318373561444...
9225486802182327408635011536636064166566155128203119982581480918732896721653004929503556542048023107733227234917944799898496399598371556435531899229481156827761...
86127527995726823731678358116606960021300091948477524314654895590702310365428655897027501601657892139893264578219645645918477443847988959991704273646187897553484095...
5003187651648415337695273033720185275399004700807172921095048410011889079121116664917504828469880216353044559767293597597748123828126835640921615097720711590364...
0501816256553482288278087596980581107608842780634742113499195466233605523800871239670861140595017864946953403895044024053847033447629311357594991235915983...
8408774422345829658788128464711051517776444585769759132582812370281374872533094403047614273787165120435378914449261514314467055972656684435018115573127...
854298473843242726750114739795207087708195945808355563352814296970086199739662061932860380857799408208947041121305588493752359410464582605603687964147925...
9007661328851301924652373664828219254042521863217632804598927633258719832832342054620641567019376325225054472032468620819829542873523067789680780575...
218397214290077866419382175153234409093970717464414999349938361625373393838686879907769568030125266094507997324565594352139172714328454999287281818167578058305...
65146514494808122167728434009345223456730174294839761272176620653789702710365428625581017573594026325146733792710224454020...
1687340715318428385920448119598810152239736466578216512818745584671703208484949115054644337963129757002260334805239966729375423910676831646566969663268071321943...
418008430437922246362396048878369551426141249778744080914660221396896308119818108054342020140945894508310607282883328816840825750586230284726997608086453498...
6600396929202805133450606549717184026967376304235112411367103121705636426008104623896265127404249053494590390679212595218365886018348968751615364011012285992...
2261995203415983057670649012141271708534291143027658164695857305987929216902857728609447666905283696684437236157211533189954276387411673853894339137939994683...
287606065779997214916643300997335530489475253356432712354771883445648760988782912307468190056093270530591274136461878975753484095...
6867219819517826569820535995401009710197822371832124323113528957504765813336758557709026145009171315486347922387339618828918745020762812088326929312454084...
47334355679267419693891456936940888250488329435574192396315168679247056317267673452892461008049799420740255732682122991661980479353885723863212449997728700299654...
919086906192189548575268522449056314134846280002694231368685199427945758230328586578028543188372198665102341631670376456177230298824719886090040399372808...

Total function time: 2081ms

Repeated Squaring

Evaluating with repeated-squaring algorithm.

Evaluation for x=800; n=2587:
5094901291881684314144863313936781529524425226756174183553130850856550492989049876168675120614784685940541796893227439076351210637805034809476483508597827807216
7781286450196883279749329753951989799629749715731465055198432375203630483320548210508777648544206804505979491390521715766476779496011486261793821147422174822404
6006086694738128531437298359087613128810333577499409121854148389830573004128002141369984822993337026755460324778119839779671078500958581621520765612565242788600
8964065730065533573056715124054663923848059212056037332111629332764665763024539221184365427995466583747757806698268696074857666034787084232650933214606790010674
8321874463250899412692650038168339272841709679916717523497989330285097285514831287399652576632987658952862197342108627986867221795186496186973379228012380322115
6704633635854367732982223245588687679464156521076431646087766970205260515056130930174608599183313233161976567123509048521757864536591528389016625065502649900055
6055012085709053171838909242608411192707349359704351653748618887061553072045233197039918858276403521792510114601259009555049542525247094229527633072976881420164
0141451315430205094075262878192178857608388127410731357380188518051292342847238151029447417157236017172492469468683768801158247297005903098567502601331695927513
5250237931219858082833877103427990831824755827342537280861686320569760180489941485185721339643197513226842460643759492499991342760529395641737658173094982773193
5260518258746822774174442637317992168394977032065185321627388363503129995071248149279229909849126829466400067859943253942817835446859871602967695303028272689263
5838107929078295666071519784303076541522050120653980543313685859286260173422309416844293363708206224298049484089764826856018985324549976081432231126937597884815
0333989798444116252734899686383863410790693959612698049015707027953234239838320267730798482321719806695895778161380321113090902539079173325838442771688588844262
3893116169408593305887775137362509987666637840730622762709776161557463707479910734922834030346117781190520928906215307367370613191841413573512591813495854585909
8014871867874639125820736697893878325147163291244818589106295862456546052400752200673872189716179571893074233648398343271078036502779878199790328981629383102944
0039116523454665854487386466400875476326451322266228376913720531448890536370870041069875342250355271278083837587973703048710763297676537272263044700744516377635
7253074478266794694870465284689403682011776297342892633313544308357912973193964295168710575328046165341219703603221172899165258199783521642533171157313350007307
3193807653810066086989212109630154088104498583178911060602975245966093411507814054175980300782736869146508229153776388194880647116780832110225391250953554270745
8322762652314141111934348473764922047427870570378179232175388196447060703225715498565948361609709257974219965194290109194691111072810012202361838405641595172931
9892011447350489739207801992791364675180646646856756176760374748786421073901826594883153378519143923646736142330604118727884198176381302660866759293923411774104
3638716104768006315779580545769821789126270165616908494817520649247103309675266799394111224763119105389872500598199250941022962056763695545589684226685108575957
7444270920628257161251313829395630645941970642276562849955357212786320823432294122346299582864061929727553684909641432265926901743574963071799699561874118971366
1162811461761494734500729165524490093217272529335010440146553655147783298113142523272989860604854942269827271573822722708767686767407945789558600315475696309999
9514411788202086149614427295696591953959971867211987449894345403594292615456429422886242346111613233688543720952818056362693667459794079269925955629768750362233
1418653792835537538318392358407959887280878319426191375013510317183087119224473050794093367648233633719245427247137770774168586828654717019553540799591479333665
5174412320782705540874779331486009577052667524017036314166174551731591899135496341641068857974846530628868062550027333917083463215126542721580949904527091906184
3574806430441055073535285815655050066564745355975319587531974417333306182164501622012687636767486266468888084448489272416553232216114949694267671322569983443083
9127758258524031134036444178502226656913131401736526101932797724314341612873413418838629638738034558216544147017313569370975296091328177744082481073807841779696
4603752187104970073668430970502865753656400914158969049233945435549129778932050545033607403497174973096846652809127805250931624480538094395215543415627481786526
0236121184020701721958455578860308802774431744311177457428794754394181713374509125142347834668178777915448127430878084646415340281002060609952052080118922119482
8955468428150958410152866301901156169868154968428934165203375307996071434725196232462041882766474363292037449816024724272048844603940156735343459675031837356144
4922548680218327408635011536636064166566155128203119982581480918732896721653004929503556542048023107733227234919744799898496399598371556435531899229481156827761
8612752799572682373617835811606096020213000919484775243146548955907023955162977501601657892139893264578219645645918474438479889599170427364618789757534840954196
5003187651648415337695273033720183275399004700807172921095460849911211166649175048284698802163530445597672935975977481238281268356409216150977207115903640
0501816256553482842288780875969805811707688427806347421134991956466233605523800871239236780644140595017864946953403895044024053847033447629311357594991235915983
8408774422345829658788128464711051517776444585769759132582812370281374872533094403047614273787165120355538791449261514314670559726566844350181155731272350763856
8542984738432427267501147397952070877081959458083555633528142969700861997396620619328603808577994082089470411230558849375235941046458260560368796414792583344950
9007661328851301924653736648282192540425218632176328044598927633258719832832342054602044796295745150775139763252250544720324686208198295428735230677896807805
21839721429007786641938217515323440909397071746441499934993836162537339383866879907769568030125266094507997324565594352139172714328454999287281818167578058305
04

21839721429007786641938217515323440909397071746441499934993836162537339383866879907769568030125266094507997324565594352139172714328454999287281818167578058305
04
6514651449480812216772843400934522345673017429483976372217462065378970271036542862558172684566596856834497439696999295583810175735940263251467337927102244514028
0
1687340715318428358592004811959880101522397364665782165128187455846717032084849491150546443379631297570022603348052399667293754239106768316465669696632680713219
43
4180084304379222463623960488783695514261412497787440809146602213968963081198181080543420201409458945083106072828833288168408257505862302847269976080864534986630
6600369692920280513345060549717184026967376304235112413671031217056364260081046238962658266512740424905349459030967921259521836588601834896875161536401021285994
2261995203641598305767064901214127170853429114302765816469585730598792921690285572860944766690528366966843723615721153318995427638741167385389433913793994683592
28760606577997214916643300997335530489457253356432712354773880366728748858476098878291230746819005609327053059127413647535013259691009255937882302815941704
35196
6867219819517826569820535995401009710197822371832124323113528957504765813336758557709026145009171351548634792238733961882891787450207628120883269293124540845017
4733435567926741969389145693694088825048832943557419239631516867924705631726767345289246100804979942074025573268212299166198047935388572386321449997728700299654
9190869061921895485752685224490563141348462800026942313686851994279457582303285865780285431883721986651023416316703764561772302988247198860904039937280801

Total function time: 15ms

Horner's Method

```
Evaluating with horner's method algorithm.

Evaluation for x=800; n=2587:
```

5094903750586326297475714073991395146120556222490134897714710278750450236369146419741013775970896004173665178258320867441554773333081796616927912343883789781223
4224077711009782446019048642899435627157782990205567250090006770797386986044123489644568025709227804830185552045507393160081251672018527942935519447490412161695
4380574840497980197389764254077813460777526019450162045337631735000274952087511756215513547502798770151053227807216609867123881131788272385939605585795840738733
4136929996719317921223521373985112978768204547845126422264989032505975370122390325692998650220405285825520395848945157119104327161156372269341516959848423176530
1144777943184267008827067105534540019911906993584572808470016372399425875630956769763966912998720972816632145797732347605671303063840582729569612537851861586565
5820529598688353580566966875209837531781023859048002453758331484099986291025650936853514214511369147346884059677224892496735456994586509508327007543781122069330
9281388784655837927401266551077335319699229604264901635299433620457547899801541840528773651663880712988579546482467300464790994613744129488235464734596469125080
9391512868609581004476335071064892511397328754669871700374621184375413006260690581110044172998412616985282772978324890621256145879163862764399105197097505304905
2714043791810490787712208073469209074580463574016801366005439900149100384229286147431826832174270861462223745266080942260917776400452569828213343758860446521415
9733192463597016028850762440778822725410609905387984916711964638524724155477740092329065968500495989992875798724161236421597334208877949442190516703995321644283
1914456309376115078459600619498625281433489302110654987225532428150191428876877542367810237653035527328947616045373251896272765380447276582431137067627727879894
7572229782116845141025313337630849615352509299967076820391102397631469018147459821455795936080970110295553093336135500633213411290801218126106996477312110781337
8081150890534165861386496746185365959357098089305365072102439291267622709373698360855288919843741500077930652012678536850894844658797163702887825577070507610316
2649443914537145895131259389498451036981486710353378864681431692618926042303943678496543924326845676969171756992544866255667886639935574903517301950601179862877
3962179100023545602450672488236083388146527356448397634157436075081514734294587427038580628741108868718083837587973703048710763297676538727226304470074451637763
7253074478266794694870465428468940368201177629734289263331354430835791297319396429516871057532804616534121970360322117289916525819978352164235331711573133500730
7319380765381006608698921210963015408810449858317891106060297524596609341150781405417598030078273686914650822915377638819488064711678083211022539125095355427074
8322762652314141111934348473764922047427870570378179232175388196447060703225715498565948361609709257974219965194290109194691111072821001220236183840564159517293
9892011447350489739207801992791364675180646646856756176760374748786421073901826594883153378519143923646736142330604118727884198176381302660866759293923411774104
3638716104768006315779580545769821789126270165616908494817520649247103309675266799394111224763119105389872509598199250941022962056676369554558968442266851085575957
7444270920628257161251313829395630645941970642765628499955357212786320823432294122346299582864061929727553684909641432265926901743574963071799699561874119871367
6116281146176149473450072916552449009321727252933501044014655365514778329813142523272989860604854922698272715738227227087676867674074574574587589558600315475696
9514411788202086149614427295696591953959971867211987449894345403594292615456429422886242346111613233688543720952818056362693667459794079269925955629768750362233
1418653792835537538318392358407959887280878319426191375013510317183087119224437305079409336764823363371924542724713777077416858682865471701955354079959147933665
5174412320782705540874779331486009577052667524017036314166174551731591899135496341641068857974846530628868062550027333917083463215126542721580949904527091906184
3574806430441055073535285815655050665647453559753195875319744173333061821645016220212687636767486266468880844484892724165532322161149496462676713225699834430083
9127758258524031134036444178502226656913131401736526101932797724314341612873413418838629638738034558216544147017313569370975296091328177744082481073807841779696
4603752187104970073668430970502865753656400914158969049233945435549129778932050545033607403497174973096846652809127805250931624480538094395215546341562748178652
6023612118402070172195845557886030880277443174431117745742879475439418171337450912514234783466817877791544812743087808446415340828100206609952052080118922119482
8955468428150958410152866301901156169868315496842839416520337530799607143472519623146274632766474363290374498160247242720484460394015673534345967503183735614444
9225486802182327408635011536360646416656615512820311998258148091873289672165300492950355654204802310773322723491974447998984963995983715564355318992294811156827761
8612752799572682373617835811660696020213000919484775243146548985590702395516297750106165789213989326457821964564591847443847988959917042736461878975753484095419
5003187651648415337695273033720185275399004700807172921095048410011889079121116664917504828469880216353044559767293597597748123828126835640921615097720711590364
0501816265553482842288780875969805811707688427806347421134991956466233605523800871239236780644140595017864946953403895044024053847033447629311357594991235915983
8408774422345829658788128464711051517776444585769759132582812370281374872533094403047614273787165120355387914492615114670559726566844350181155731272350763861585
8542984738432427267501147397952070877081959458083555633528142969700861997396620619328603808577994082089470411230558849375235941046458260560368796414792583344950

8542984738432427267501147397952070877081959458083555633528142969700861997396620619328603808577994082089470411230558849375235941046458260560368796414792583344950
9007661328851301924652373664828219254042521863217632804459892763325871983283234205460204479629574515077513976325225054472032468620819829542873523067789680780575
2183972142900778664193821751532344090939707174644149993499383616253733938386687990776956803012526609450799732456559435213917271432845499928728181816757805830504
6514651449480812216772843400934522345673017429483976372217462065378970271036542865581726845665968568344974396969299558381017573594026325146733792710224451402 80
1687340715318428385920448119598810152239736466578216512818745584671703208484949115054644337963129757002260334805239966729375423910676831646566969663268071321943
4180084304379222463623960488783695514261412497787440809146602213968963081198181080543420201409458945083106072828833288168408257505862302847269976080864534986630
6600396929202805133450605497171840269673763042351124136710312170563642600810462389626582665127404249053494590390679212595218365886018348968751615364011021285994
2261995203641598305767064901214127170853429114302765814649585730598792921690285572860944766690528366966843723615721153318995427638741167385389433913793994683592
2876060657799721491664330099733553048945725335643271235477388036672874885847609887829123074681900560932705305912741364753501325969100925593788230281594170435196
6867219819517826569820535995401009710197822371832124323113528957504765813336758557709026145009171351548634792238733961882891787450207628120883269293124540845017
4733435567926741969389145693694088825048832943557419239631516867924705631726767345289246100804979942074025573268212299166198047935388572386321449997728700299654
9190869061921895485752685224490563141348462800026942313686851994279457582303285865780285431883721986651023416316703764561772302988247198860904039937280800

Total function time: 6ms